

# **Fabrikasi dan Karakterisasi *Preform* Fiber Optik TZBN : Nd**



**Disusun Oleh :**  
**RATNA DWI SEJATI**  
**M0211063**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**September, 2015**

**Fabrikasi dan Karakterisasi *Preform* Fiber Optik TZBN : Nd**



**Disusun Oleh :**

**RATNA DWI SEJATI**

**M0211063**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian  
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**September, 2015**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### PENELITIAN S1

Fabrikasi dan Karakterisasi *Preform* Fiber Optik TZBN : Nd

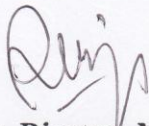
Oleh:

RATNA DWI SEJATI

M0211063

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

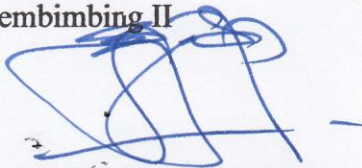


Dra. Riyatun, M.Si.

NIP 19680226 199402 2 001

Tanggal : 31/8/15

Pembimbing II



Lita Rahmasari, S.Si., M.Sc

NIP 19800707 201012 2 001

Tanggal : 31/8/2015



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Fabrikasi dan Karakterisasi *Preform Fiber Optik*

TZBN : Nd

Yang ditulis oleh :

Nama : Ratna Dwi Sejati

NIM : M0211063

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 8 September 2015

Anggota Tim Penguji :

1. Ketua Penguji

Ahmad Marzuki., S.Si., Ph.D

NIP. 19680508 199702 1 001

(.....)

2. Sekretaris Penguji

Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si

NIP. 19710831 200003 1 005

(.....)

3. Anggota Penguji I

Dra. Riyatun., M.Si

NIP. 19680226 199402 2 001

(.....)

4. Anggota Penguji II

Lita Rahmasari., S.Si., M.Sc

NIP. 19800707 201012 2 001

(.....)

Disahkan pada tanggal 15 Oktober 2015

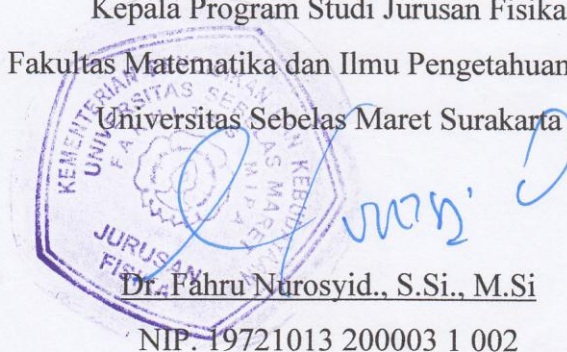
Kepala Program Studi Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Fahru Nurosyid., S.Si., M.Si

NIP. 19721013 200003 1 002



## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “FABRIKASI DAN KARAKTERISASI *PREFORM* FIBER OPTIK TZBN : Nd” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi dari Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau di perbanyak secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 31 Agustus 2015

Ratna Dwi Sejati

## **MOTTO**

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu. (Q.S Al Insyirah : 6-8)

"Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia" (Nelson Mandela)

Percaya bahwa apapun yang diterima saat ini adalah yang terbaik dari Allah dan percaya Dia akan selalu memberikan yang terbaik pada waktu yang telah Ia tetapkan

## **PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan kepada :

Ayah Tercinta

Anggar Dian Pahlevianto

FISIKA FMIPA UNS

INDONESIA

## **FABRIKASI DAN KARAKTERISASI *PREFORM* FIBER OPTIK TZBN:Nd**

**Ratna Dwi Sejati**

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126  
E-mail : sejatiratna92@gmail.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan fabrikasi *preform* kaca *tellurite* berbentuk kotak dan *core* serta melakukan karakterisasi pada kaca yang dihasilkan berupa densitas kaca, indeks bias, absorpsi dan transmitansi dan kebocoran berkas cahaya pada *preform* sampel kaca. Kaca *tellurite* yang digunakan adalah TZBN (Tellurium Zinc Bismuth Natrium Oksida) dengan komposisi (%mol)  $60\text{TeO}_2 - (34-x)\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 4\text{Na}_2\text{O} - x\text{Nd}_2\text{O}_3$  (dengan variasi % mol  $x=0 ; 0.5 ; 1 ; 1.5$ ). Fabrikasi telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode *melt quenching*. Rapat massa kaca telah diukur menggunakan metode Archimedes diperoleh hasil  $(5.45 - 5.58) \text{ gram/cm}^3$ . Indeks bias kaca diukur menggunakan metode sudut Brewster pada panjang gelombang 746.191 nm menghasilkan indeks bias (1.81-19.2). Absorpsi diukur menggunakan UV-Vis spektrometer *Perkin Elmer Lambda 25* dengan panjang gelombang (200-800) nm. Kebocoran berkas cahaya pada *preform* diukur menggunakan laser merah dengan panjang gelombang 746.191 nm. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa rapat massa dan indeks bias kaca mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan konsentrasi dadah ion Nd pada kaca TZBN:Nd. Melalui pengukuran spektrum UV-Vis menunjukkan bahwa terjadi penyerapan dengan intensitas yang tinggi pada panjang gelombang 431 nm, 473 nm, 515 nm, 527 nm, 586 nm, 628 nm, 684 nm, dan 749 nm dan penyerapan tertinggi berada pada panjang gelombang 586 nm.

**Kata kunci :** *Preform*, TZBN:Nd, rapat massa, indeks bias, Spektroskopi UV-Vis.



## **FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF OPTICAL FIBER PREFORM TZBN:Nd**

**Ratna Dwi Sejati**

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126

E-mail : sejatiratna92@gmail.com

### **ABSTRACT**

This research aims to do the fabrication of tellurite glass box-shaped preform and core as well as perform characterization of glass produced in the form of glass density, refractive index, the absorption and transmittance and the leakage of beam of light on the sample glass preform. Tellurite glass was TZBN (Sodium Bismuth Tellurium Oxide Zinc) with composition (% mol)  $60\text{TeO}_2 - (34-x)\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 4\text{Na}_2\text{O} - x\text{Nd}_2\text{O}_3$  (with variation % mol  $x = 0.5; 0; 1; 1.5$ ). Fabrication has been successfully performed using melt quenching method. Glass density had measured using Archimedes method obtained result  $(5.45 - 5.58) \text{ gram/cm}^3$ . Refractive index of glass had measured using Brewster angle method at 746.191 nm wavelength generated a refractive index (1.81-19.2). Absorption was measured using an Uv-Vis spectrophotometer Perkin Elmer Lambda 25 with a wavelength of (200-800) nm. Loss of light beam on preform was measured using a red laser with a wavelength of 746.191 nm. Characterization of the results showed that density and the refractive index of glass increased along with the increase concentration of ionic doped Nd on glass TZBN: Nd. UV-Vis spectra measurement indicate that absorption occurs at wavelength of 436 nm, 470 nm, 532 nm, 530 nm, 595 nm, 590 nm, 700 nm, and 750 nm and the highest absorption at 589 nm wavelength.

**Keywords:** Preform, TZBN: Nd, density, refractive index, UV-Vis Spectroscopy.

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji Syukur Kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Fabrikasi Dan Karakterisasi *Preform* Fiber Optik TZBN : Nd” . Setelah sekitar lebih dari satu semester penulis berjuang untuk bisa menyelesaikan skripsi. Dengan Segala suka dukanya, pada akhirnya skripsi ini terselesaikan juga. Penulis secara khusus menyampaikan ucapan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini. Ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Dra. Riyatun, M.Si, selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan mengingatkan dalam menulis serta nasehat kepada penulis
2. Lita Rahmasari, S.Si, M.Si, selaku Pembimbing II yang telah memberikan motivasi, bimbingan, ide serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ahmad Marzuki, S.Si, Ph. D., selaku ketua Lab. Optik & Photonik yang telah memberikan bimbingan serta masukan kepada penulis.
4. Drs. Suharyana, M.Sc, selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Ibu dosen serta staff di Jurusan Fisika FMIPA UNS.
6. Ayah tercinta Bapak Kirmadi yang telah memberikan kasih sayang dan perhatian yang luar biasa kepada penulis.
7. Mas Kusnanto, Mbak Evi Nurliana, Yarti dan Agung Prasetyo Utomo yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan eksperimen dan pengolahan data.
8. Kekasih tercinta Anggar Dian Pahlevianto yang telah memberikan semangat, cinta, kasih sayang dan motivasi kepada penulis.
9. Teman – teman di Lab. Optik & Photonik Mas Edi, Mas Giovano, Mas Ghosan, Adi Maulana, dan William Yohanes yang telah memberikan bantuan dan inspirasi bagi penulis.

10. Ryma, Dinasty, Ari Maya, Dini, Lidya, Endang dan teman-teman fisika angkatan 2011 yang senantiasa menemani dan memotivasi.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga amal mereka mendapat balasan dari Allah SWT dengan berlipat ganda.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak kekurangan, akan tetapi penulis senantiasa berharap karya ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, 31 Agustus 2015

Penulis

## PUBLIKASI

No	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1	Fabrikasi dan Karakterisasi Preform Fiber Optik Berbasis Kaca <i>Tellurite</i> (TeO <sub>2</sub> )	Ratna Dwi Sejati, Agung Prasetyo Utomo, Riyatun	Seminar Nasional HFI Cabang Jateng-DIY, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 25 April 2015 (oral presentation, repository)
2	Fabrikasi dan Karakterisasi <i>Preform</i> Fiber Optik TZBN:Nd	Ratna Dwi Sejati, Riyatun, Lita Rahmasari	<a href="http://digilib.mipa.uns.ac.id/detailartikel2167">http://digilib.mipa.uns.ac.id/detailartikel2167</a> (Accepted/Published)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHANAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	viii
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	
2.1. Kaca .....	4
2.2. <i>Melt Quenching Technique</i> .....	6
2.3. <i>Glass Forming Range</i> .....	7
2.4. Energi Fonon pada Kaca .....	7
2.5. Kaca <i>Tellurite</i> .....	9

2.6. Fabrikasi kaca <i>Tellurite</i> .....	10
2.7. Sifat Optis Kaca <i>Tellurite</i> .....	11
2.7.1. Indeks Bias .....	11
2.7.2. Spektrum Serapan dan Transmittansi .....	15
2.8. Kerapatan Massa Kaca .....	16
2.9. Aplikasi Fotonik dan Tellurite .....	16
2.9.1. Fiber Optik .....	16
2.9.2. Pembangkit Laser .....	18
2.10. Kaca TZBN:Nd .....	20
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	 22
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.2.1. Alat-Alat Penelitian .....	22
3.2.2. Bahan-Bahan Penelitian .....	23
3.3. Metode Penelitian .....	23
3.3.1. Menentukan Komposisi Bahan .....	24
3.3.2. Fabrikasi Kaca TZBN:Nd .....	25
3.3.3. Karakterisasi Kaca .....	26
3.3.3.1. Densitas Kaca .....	26
3.3.3.2. Indeks Bias .....	27
3.3.3.3. Pengujian Serapan pada Daerah UV- Vis .....	28
.....	28
3.3.3.4. Uji Kebocoran Sampel Preform .....	28
3.4. Analisis .....	29
3.5. Kesimpulan .....	30
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	 31
4.1. Hasil Fabrikasi .....	31
4.2. Hasil Karakterisasi.....	33
4.2.1. Kerapatam Massa Kaca .....	33

4.2.2. Indeks Bias .....	35
4.2.3. Spektrum Asorbsi .....	39
4.2.4. Intensitas Kebocoran Berkas pada Prefrom TZBN:Nd .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	48
<b>LAMPIRAN</b> .....	53



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Energi fonon dari berbagai jenis <i>host</i> kaca.....	8
Tabel 2.2. Karakteristik fisik dari kaca <i>tellurite</i> , silika dan fluorid .....	9
Tabel 2.3. Beberapa jenis kaca <i>tellurite</i> yang telah dibuat oleh peneliti .....	10
Tabel 4.1. Komposisi <i>preform</i> Kaca TZBN : Nd dalam % mol .....	31
Tabel 4.2. Komposisi <i>preform</i> kaca TZBN : Nd dalam massa (gram).....	32
Tabel 4.3. Data pengukuran kerapatan massa <i>preform core</i> kaca TZBN:Nd .....	34
Tabel 4.4. Indeks bias hasil perhitungan dan pengukuran.....	38
Tabel 4.5. Validasi panjang gelombang puncak penyerapan kaca TZBN:Nd kaca TpbLi:Nd .....	40
Tabel 4.6. Transmittansi dari sampel kaca K4 pada jangkauan panjang gelombang .....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ilustrasi skematik dua dimensi pada susunan atom (a) kristal (b) kaca.....	4
Gambar 2.2. Kurva pengaruh temperatur terhadap entalpi dari <i>glass forming melt</i> .....,.....	5
Gambar 2.3. <i>Glass forming range</i> beberapa kaca <i>tellurite</i> .....	7
Gambar 2.4. Skema proses pemantulan dan pembiasan .....	12
Gambar 2.5. Struktur dasar fiber optik yang terdiri dari <i>core</i> dan <i>cladding</i> .....	17
Gambar 2.6. Laser empat level .....	18
Gambar 3.1. Diagram alir eksperimen .....	24
Gambar 3.2. Diagram alir fabrikasi kaca .....	25
Gambar 3.3. Skema alat pengukuran indeks bias metode sudut <i>Brewster</i> .....	27
Gambar 3.4. Skema pengujian kebocoran cahaya di sepanjang <i>preform</i> .....	29
Gambar 4.1. Sampel preform core kaca TZBN:Nd (a) Sampel persegi, (b) sampel silinder .....	33
Gambar 4.2. Pengukuran reflektansi mode TE dan TM pada K1 .....	35
Gambar 4.3. Penentuan sudut Brewster pada K1 dari reflektansi dengan mode TM skala (a) $10^0$ , (b) $1^0$ , (c) $\left(\frac{1}{6}\right)^0$ .....	37
Gambar 4.4. Karakteristik puncak penyerapan kaca TZBN : Nd .....	39
Gambar 4.5. Skema pengukuran kebocoran berkas cahaya pada <i>preform</i> .....	43
Gambar 4.6. Grafik kebocoran berkas cahaya pada <i>Preform core</i> Kaca TZBN:Nd .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tabel A      Gambar alat dan bahan .....	53
Tabel B      Data pengukuran kerapatan massa kaca menggunakan piknometer .....	57
Tabel C      Data pengukuran indeks bias menggunakan metode sudut brewster .....	59
Tabel D      Hasil perhitungan rentang transmitansi pada panjang gelombang (400-800) nm .....	66
Tabel E      Data kebocoran berkas cahaya pada preform core .....	73

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan
$T$ = Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
$V_m$ = Volume molar	$\text{cm}^3/\text{mol}$
$E$ = Medan listrik	$\text{V/m}$
$B$ = Medan magnet	Tesla
$h$ = Konstanta Plack	$(6,626 \times 10^{-34}) \text{ J.s}$
$c$ = Kecepatan cahaya	$(3 \times 10^8) \text{ m/s}$
$\epsilon_0$ = Permittivitas ruang hampa	$(8,854 \times 10^{-12}) \text{ C}^2/\text{N. m}^2$
$N_A$ = Bilangan Avogadro	$(6,022 \times 10^{23}) \text{ partikel / mol}$
$\lambda$ = Panjang gelombang	$\text{M}$
$n$ = Indeks bias	
$\theta_p$ = Sudut polarisasi	Derajat ( $^{\circ}$ )
$\theta$ = Sudut	Derajat ( $^{\circ}$ )
$R$ = Reflektansi	
$T$ = Transmittansi	%
$A$ = Absorbansi	
$d$ = Ketebalan kaca	$\text{Cm}$
$\alpha$ = Koefisien absorbtivitas	$\text{cm}^{-1}$
$TE$ = <i>Transverse Electric</i>	
$TM$ = <i>Transverse Magnetic</i>	
$I$ = Intensitas cahaya	
$R_m$ = Refraksi molar	$\text{cm}^3/\text{mol}$
$\alpha_m$ = Polarisabilitas molekul	$\text{\AA}^3$
$\rho$ = Densitas	$\text{gram/cm}^3$
$m$ = Massa	gram